

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-177995

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl.

H04N 9/07

(21)Application number : 09-338388

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 09.12.1997

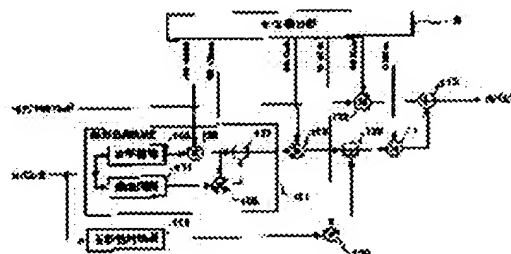
(72)Inventor : KOBAYASHI ATSUSHI

## (54) IMAGE PROCESSING DEVICE AND METHOD AND CAMERA

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an image processing device and method which surely determines a vertical or horizontal correlation that is more intensive than the other and which can reproduce an image with no breaking.

**SOLUTION:** This device processes output signals of an ACCD area sensor which has a color filter of a primary color RGB Bayer array on its light receiving surface. meanwhile, an  $f_s/2$  detection part 16 detects the presence of a frequency component that is multiplied by  $1/2$  of the especial sampling frequency ( $f_s$ ) of an input image. At the same time, it's determined whether the detected frequency component is achromatic or not. When an  $f_s/2$  frequency component is detected, the R/G/B signals whose  $f_s/2$  frequency components are eliminated by a chromatic color processing circuit 102 are primarily outputted in a chromatic mode. Then the R/G/B signals which have undergone a horizontal interpolation 103 or vertical interpolation 104 are primarily outputted via an achromatic color processing circuit 101 in an achromatic mode.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.01.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-177995

(43)公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 N 9/07

識別記号

F I

H 0 4 N 9/07

A

審査請求 未請求 請求項の数17 OL (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平9-338388

(22)出願日 平成9年(1997)12月9日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 小林 篤

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

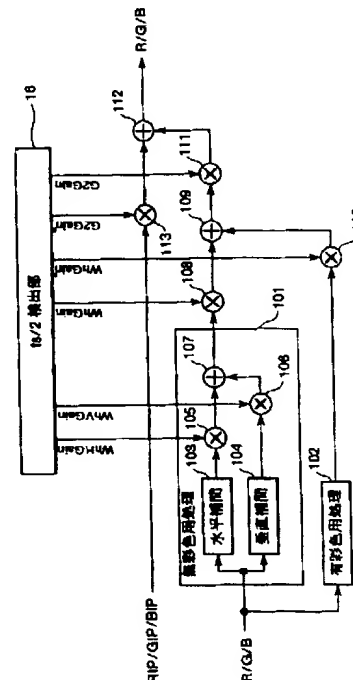
(74)代理人 弁理士 船橋 國則

(54)【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法、並びにカメラ

(57)【要約】

【課題】 相関検出による信号処理を行う場合には、Gによる相関を検出する際に、 $f_s/2$ の空間周波数があると縦の相関が強い横の相関が強い判定できなくなり、画質劣化の要因となる。

【解決手段】 原色RGBベイア配列のカラーフィルタを受光面上に有するACCDエリアセンサの出力信号を処理する画像処理装置において、入力画像の空間サンプリング周波数 $f_s$ に対して $1/2$ 倍した周波数成分の存在を $f_s/2$ 検出部16で検出するとともに、その検出時に無彩色であるか否かの判定を行い、 $f_s/2$ の周波数成分を検出した場合において、有彩色時には有彩色用処理回路102で $f_s/2$ の周波数成分が除去されたR/G/Bの信号を主として出力し、無彩色時には無彩色用処理回路103で水平補間または垂直補間されたR/G/Bの信号を主として出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の色配列のカラーフィルタを受光面上に有する固体撮像素子の出力信号を処理する画像処理装置であって、

入力画像の空間サンプリング周波数に対して1/2倍した周波数成分の存在を検出する周波数検出回路と、

色に関する情報を検出する色情報検出回路と、

前記周波数検出回路が前記周波数成分を検出したとき、

前記色情報検出回路の検出結果に基づいて入力画像に対する補正処理を行う補正処理回路とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記周波数検出回路は、通過する周波数のレスポンスの最大値が入力画像の空間サンプリング周波数の1/2の空間周波数である第1のフィルタと、通過する周波数のレスポンスの最大値が入力画像の空間サンプリング周波数の1/4の空間周波数である第2のフィルタと、前記第1、第2のフィルタの各通過周波数成分を比較することによって前記空間サンプリング周波数の1/2の周波数成分を検出する検出部とを有することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記周波数検出回路は、補間すべき画素の近傍の画素の平均信号レベルを前記第1のフィルタの通過周波数成分から減算する手段を有することを特徴とする請求項2記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記色情報検出回路は、補間すべき画素を中心として入力画像信号の水平方向および垂直方向の各変化量を検出する変化量検出回路と、前記変化量検出回路によって検出された前記水平方向および垂直方向の各変化量に基づいて無彩色レベルを検出する無彩色検出回路とを有することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記無彩色検出回路は、前記変化量検出回路によって検出された前記水平方向および垂直方向の各変化量の最小値と所定の参照値とを比較することによって無彩色レベルを検出することを特徴とする請求項4記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記補正処理回路は、入力画像に対して水平補間または垂直補間を行う無彩色用処理回路と、入力画像に対してその空間サンプリング周波数の1/2の周波数成分を除去する有彩色用処理回路と、前記無彩色用処理回路を経た信号と前記有彩色用処理回路を経た信号とを前記色情報検出回路の検出出力に応じた第1の混合比で混合する第1の混合回路とを有することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項7】 前記カラーフィルタの色配列がR（赤）G（緑）B（青）の原色ベイヤ配列であり、前記無彩色用処理回路は、Gの入力画像に対して水平補間または垂直補間を行うことを特徴とする請求項6記載の画像処理装置。

【請求項8】 前記色情報検出回路は、補間すべき画素

を中心として入力画像信号の水平方向および垂直方向の各変化量に基づいて無彩色レベルを検出する無彩色検出回路を有し、

前記第1の混合回路は、この無彩色検出回路で検出された無彩色レベルが大きい場合に前記無彩色用処理回路を経た信号の比率が大きくなるように前記第1の混合比を変化させることを特徴とする請求項6記載の画像処理装置。

【請求項9】 前記色情報検出回路は、前記変化量検出回路によって検出された前記水平方向および垂直方向の各変化量を比較し、その比較結果に応じた第2の混合比を設定する混合比設定回路を有し、

前記無彩色用処理回路は、入力画像に対して水平補間を行う第1の信号処理系と、入力画像に対して垂直補間を行う第2の信号処理系と、前記第1の信号処理系を経た信号と前記第2の信号処理系を経た信号とを前記第2の混合比で混合する第2の混合回路とを有することを特徴とする請求項6記載の画像処理装置。

【請求項10】 前記混合比設定回路は、水平方向の変化量に比して垂直方向の変化量が大きいときには前記第1の信号処理系を経た信号の比率が大きくなり、垂直方向の変化量に比して水平方向の変化量が大きいときには前記第2の信号処理系を経た信号の比率が大きくなるように前記第2の混合比を変化させることを特徴とする請求項9記載の画像処理装置。

【請求項11】 所定の色配列のカラーフィルタを受光面上に有する固体撮像素子の出力信号を処理する画像処理方法であって、

入力画像の空間サンプリング周波数に対して1/2倍した周波数成分の存在を検出するとともに、色に関する情報を検出し、

前記周波数成分の存在を検出したとき、前記色に関する情報に基づいて入力画像に対する補正処理を行うことを特徴とする画像処理方法。

【請求項12】 前記色に関する情報の検出では、補間すべき画素を中心として入力画像信号の水平方向および垂直方向の各変化量を検出し、これら各変化量に基づいて無彩色レベルを検出することを特徴とする請求項11記載の画像処理方法。

【請求項13】 前記無彩色レベルの検出では、前記水平方向および垂直方向の各変化量の最小値と所定の参照値とを比較することによって検出することを特徴とする請求項12記載の画像処理方法。

【請求項14】 前記補正処理においては、入力画像に対して水平補間または垂直補間を行った信号と、入力画像に対してその空間サンプリング周波数の1/2の周波数成分を除去した信号とを、前記無彩色レベルに応じた混合比で混合することを特徴とする請求項12記載の画像処理方法。

【請求項15】 所定の色配列のカラーフィルタを受光

面上に有する固体撮像素子と、被写体からの入射光を前記固体撮像素子の受光面上に結像させる光学系と、前記固体撮像素子の出力信号を処理する画像処理装置とを具備するカメラであって、

前記画像処理装置は、

入力画像の空間サンプリング周波数に対して $1/2$ 倍した周波数成分の存在を検出する周波数検出回路と、

色に関する情報を検出する色情報検出回路と、

前記周波数検出回路が前記周波数成分を検出したとき、

前記色情報検出回路の検出結果に基づいて入力画像に対する補正処理を行う補正処理回路とを有することを特徴とするカメラ。

【請求項16】 前記色情報検出回路は、補間すべき画素を中心として入力画像信号の水平方向および垂直方向の各変化量を検出する変化量検出回路と、前記変化量検出回路によって検出された前記水平方向および垂直方向の各変化量に基づいて無彩色レベルを検出する無彩色検出回路とを有することを特徴とする請求項15記載のカメラ。

【請求項17】 前記補正処理回路は、入力画像に対して水平補間または垂直補間を行う無彩色用処理回路と、入力画像に対してその空間サンプリング周波数の $1/2$ の周波数成分を除去する有彩色用処理回路と、前記無彩色用処理回路を経た信号と前記有彩色用処理回路を経た信号とを前記色情報検出回路の検出出力に応じた混合比で混合する混合回路とを有することを特徴とする請求項15記載のカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理装置および画像処理方法、並びにカメラに関し、特にカラーフィルタを受光面上に有する固体撮像素子の出力信号を処理する画像処理装置およびその処理方法、並びにこれらを用いたカメラに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、固体撮像素子に画像情報が入る前に、折り返しノイズを除くことを目的として空間サンプリング周波数 $f_s$ の $1/2$ の周波数を除去するために、光学的なLPF (Low Pass Filter) を用いて帯域制限を行っていた。このように、光学LPFを用いて帯域制限を行うことで、固体撮像素子の出力信号には、空間サンプリング周波数 $f_s$ の $1/2$ 付近の周波数成分が含まれなくなり、その結果、撮像した画像の解像感が損なわれることになる。これに対し、撮像した画像の解像感を損なわないようにするために、上記のような特性の光学LPFを用いるのではなく、空間サンプリング周波数 $f_s$ の $1/2$ の周波数よりも高い点のレスポンスを0とすれば良い。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、 $f_s/$

2の周波数よりも高い点のレスポンスを0とすると、偽信号が発生するだけではなく、色配列が例えばR (赤)、G (緑)、B (青)の原色ベイア配列のカラーフィルタを有する固体撮像素子において、相関検出による信号処理を行う場合には、Gによる相関を検出する際に、 $f_s/2$ の空間周波数があると縦の相関が強い横の相関が強いかが判定できなくなり、画質劣化の要因となる。

【0004】すなわち、図16において、原色RGBベイア配列(a)に対応した固体撮像素子の画素配列に対して、水平 $f_s/2$ の画像(b)の信号、または垂直 $f_s/2$ の画像(c)の信号が入ってきた場合には、Gの画素にのみ着目した場合の出力信号(d)は、水平 $f_s/2$ (b)でも垂直 $f_s/2$ (c)でも同じになる。このため、Gの出力信号を見ただけでは縦の相関が強い(水平 $f_s/2$ )のか、横の相関が強い(垂直 $f_s/2$ )のかが判別できないことになる。

【0005】なお、図16(a)において、Gr/GbはそれぞれR行のG画素/B行のG画素を示している。また、同図(d)には、R/Gの画素を黒で表示しており、灰色(散点)の画素と白色の画素に着目されたい。

【0006】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、縦の相関が強いのか、横の相関が強いのかを確実に判別し、破綻のない画像の再現を可能とした画像処理装置および画像処理方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による画像処理装置は、所定の色配列のカラーフィルタを受光面上に有する固体撮像素子の出力信号を処理する画像処理装置であって、入力画像の空間サンプリング周波数に対して $1/2$ 倍した周波数成分の存在を検出する周波数検出回路と、色に関する情報を検出する色情報検出回路と、周波数検出回路が上記周波数成分を検出したとき、色情報検出回路の検出結果に基づいて入力画像に対する補正処理を行う補正処理回路とを備えている。

【0008】また、本発明による画像処理方法は、所定の色配列のカラーフィルタを受光面上に有する固体撮像素子の出力信号を処理する画像処理方法であって、入力画像の空間サンプリング周波数に対して $1/2$ 倍した周波数成分の存在を検出するとともに、色に関する情報を検出し、上記周波数成分の存在を検出したとき、色に関する情報に基づいて入力画像に対する補正処理を行うようにしている。

【0009】上記構成の画像処理装置およびその処理方法において、例えば、相関検出による信号処理を行う場合には、入力画像の空間サンプリング周波数に対する $1/2$ の周波数成分があると、縦の相関が強い横の相関が強いかが判定できないことから、空間サンプリング周波数の $1/2$ の周波数成分の検出を行うとともに、色に関

する情報の検出、具体的には無彩色(=白)の検出を行う。ただし、この無彩色の検出は、空間サンプリング周波数の $1/2$ の周波数成分を検出した場合のみ意味を持つ。これは、無彩色であるならば、空間サンプリング周波数の $1/2$ の領域でも、水平相関が強い、垂直相関が強いかを判定できるためである。

【0010】そして、空間サンプリング周波数の $1/2$ の周波数成分を検出した場合において、無彩色と判定したならば、無彩色検出で算出した数値を持って水平補間または垂直補間を行う。これにより、無彩色時には、空間サンプリング周波数の $1/2$ に対応する解像度まで特性を向上できる。一方、無彩色でない、つまり有彩色であると判定したならば、空間サンプリング周波数の $1/2$ の周波数成分を含まないR/G/Bの各信号を出力する。これにより、空間サンプリング周波数の $1/2$ 付近の相関検出の誤検出を防止できる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明による画像処理装置の基本構成を示すブロック図である。ここで、本画像処理装置の処理対象となるカラー固体撮像素子は、色配列として例えば図2に示すR(赤)G(緑)B(青)の原色ベイア配列のカラーフィルタ11を受光面上に有する単板式固体撮像素子12である。

【0012】なお、色配列は原色ベイア配列に限定されるものではなく、さらにカラーフィルタもRGBの原色の色配列に限られるものではなく、他の原色の色配列の場合でも、補色を使用した色配列(例えば、Ye/Cy/Mg/G)の場合でも同様に適応可能である。また、固体撮像素子12としては、全画素の信号電荷を独立に読み出すいわゆる全画素読み出し方式のCCD(Charge Coupled Device)固体撮像素子(以下、CCDエリアセンサと称する)を用いるものとするが、全画素読み出し方式ではないCCD固体撮像素子にも適応可能である。

【0013】CCDエリアセンサ12から出力されるRGB点順次データは、信号処理部13において黒レベルクランプやホワイトバランスなどの信号処理が行われた後、検出部14および補間部15に供給される。検出部14は、入力されるRGB点順次データから最適な補間方法を検出し、その補間情報を補間部15へ送る。補間部15は、検出部14から入力される補間情報を基にR

G B点順次データに対して補間処理を行って出力する。  
【0014】検出部14は、図3に示すように、空間サンプリング周波数 $f_s$ の $1/2$ の周波数成分を検出する $f_s/2$ 検出部16と、補間すべき画素(以下、補間画素と称す)に関して上下および左右の互いに $90^\circ$ の整数倍の角度をなす4方向、即ち垂直(V)方向の相反する2方向および水平(H)方向の相反する2方向の計4方向の相関の程度を検出するVH相関検出部17と、補間画素に関して右上、左上、右下、右下の斜め方向、即

ち上記4方向に対してそれぞれ $45^\circ$ の角度をなす4方向の相関の程度を検出する斜め相関検出部18とを有する構成となっている。

【0015】なお、本例では、上下左右4方向に加え、斜め4方向の計8方向の相関の程度を検出する構成を例に採っているが、上下左右の4方向だけの相関の程度を検出する構成であっても良い。ただし、以下の説明では、8方向の場合を例に採って説明するものとする。

【0016】一方、補間部15は、図4に示すように、検出部14から与えられる補間情報に基づいて、Rの画素情報に対して補間処理を行うR補間部19と、Gの画素情報に対して補間処理を行うG補間部20と、Bの画素情報に対して補間処理を行うB補間部21と、検出部14の検出情報に基づいて $f_s/2$ でのハッチ上のノイズが発生するのを抑止するための補正処理を行う $f_s/2$ 補正処理部22とを有する構成となっている。

【0017】以下に、検出部14における $f_s/2$ 検出部16、VH相関検出部17および斜め相関検出部18の各構成例について説明する。

【0018】図5は、検出部14における $f_s/2$ 検出部16の具体的な構成の一例を示すブロック図である。なお、図6に、 $f_s/2$ 検出部16における通過フィルタの空間周波数・レスポンスの特性を示す。

【0019】この $f_s/2$ 検出部16は、通過する周波数のレスポンスの最大値が入力画像の空間サンプリング周波数 $f_s$ の $1/2$ の空間周波数であるフィルタ特性、即ち図6の特性Aを持つ $f_s/2$ 通過フィルタ23と、通過する周波数のレスポンスの最大値が入力画像の空間サンプリング周波数 $f_s$ の $1/4$ の空間周波数であるフィルタ特性、即ち図6の特性Bを持つ $f_s/4$ 通過フィルタ24と、これら通過フィルタ23、24の各通過周波数成分に基づいて $f_s/2$ の周波数成分を検出する $f_s/2$ 検出回路25とを有する構成となっている。

【0020】 $f_s/2$ 検出部16はさらに、輝度Y0のレベルを所定の補正係数を掛けることによって補正する輝度補正回路26を有している。そして、この輝度補正回路26で補正された輝度レベルは、 $f_s/2$ 検出回路25に供給される。 $f_s/2$ 検出回路25は、 $f_s/2$ 、 $f_s/4$ 通過フィルタ23、24の各通過周波数成分を比較し、その比較結果から $f_s/2$ の周波数成分の存在の有無を検出する構成となっている。

【0021】具体的には、 $f_s/2$ 、 $f_s/4$ 通過フィルタ23、24の各通過周波数成分の差分を求め、その差分から輝度補正回路26で補正された輝度レベルを引いた結果が正ならば、 $f_s/2$ の周波数成分が存在するものとする。ここで、 $f_s/2$ 、 $f_s/4$ 通過フィルタ23、24の各通過周波数成分の差分から輝度レベルを引くのは、輝度によってスレッショールドが変動するのを抑制するためである。以上により、 $f_s/2$ 検出系27が構成されている。図7は、輝度Y0の検出の概念

10

20

30

40

50

図である。

【0022】 $f_s/2$  検出部16にはさらに、色に関する情報、具体的には被写体が例えば $5 \times 5$ 画素の領域で無彩色(=白)であるか否かを検出する無彩色検出系28が設けられている。この無彩色検出系28は、 $R/G/B$ 信号の水平方向の色差レベルを算出する水平色差レベル算出回路29と、垂直方向の色差レベルを算出する垂直色差レベル算出回路30と、これら色差レベル算出回路29、30の各出力に基づいて $f_s/2$  相関検出を行い、水平/垂直方向の補間係数 $WhHGain/WhVGain$ を出力する $f_s/2$  相関検出回路31と、色差レベル算出回路29、30の各出力に基づいて無彩色の検出を行い、その無彩色レベルに応じた補間係数 $WhGain$ を出力する無彩色検出回路32とを有する構成となっている。

【0023】図8は、 $f_s/2$  検出回路25における $f_s/2$  検出(A)および無彩色検出(B)の概念図である。まず、図8(A)の $f_s/2$  検出系27において、 $f_s/2$  通過フィルタ23を通過した水平 $f_s/2$  成分および垂直 $f_s/2$  成分は、絶対値化(ABS; absolute)回路33、34で絶対値化された後、加算器35で加算される。同様に、 $f_s/4$  通過フィルタ24を通過した水平 $f_s/4$  成分および垂直 $f_s/4$  成分は、絶対値化回路36、37で絶対値化された後、加算器38で加算される。なお、輝度補正回路26においては、乗算器39で輝度 $Y0$ のレベルに所定の補正係数 $\alpha$ を掛ける処理が行われる。

【0024】加算器35の加算出力は、乗算器40で所定の補正係数 $\beta$ が掛けられた後、減算器41の一方の入力Aとなる。また、加算器38の加算出力は、加算器42で輝度 $Y0$ のレベルに所定の補正係数 $\alpha$ を掛けたものが加算され、さらに加算器43で所定のオフセット値 $\gamma$ が付与された後、減算器41の他方の入力Bとなる。ここで、補正係数 $\beta$ およびオフセット値 $\gamma$ は、スレッシュホールドを決めるパラメータとなる。

【0025】減算器41は一方の入力Aから他方の入力Bを減算する。すなわち、減算器41において、 $f_s/2$  成分(A)と $f_s/4$  成分(B)とを比較し(A-B)、その差分(A-B)が正、即ち $f_s/2$  成分 $> f_s/4$  成分であれば、 $f_s/2$  の周波数成分が存在する旨の判定結果を出す。そして、この差分(A-B)がルックアップテーブル(LUT)44を通して補間係数 $G2Gain$ として出力される。すなわち、検出された $f_s/2$  の周波数成分が多ければ多い程、ルックアップテーブル44からは大きな値の補間係数 $G2Gain$ が出力される。

【0026】次に、図8(B)の無彩色検出系28において、 $R/G/B$ の信号は、垂直方向、水平方向のバンドパスフィルタ45、46を通過し、絶対値化回路47、48で絶対値化された後、バンドパスフィルタ4

5、46とは直交した方向にローパスフィルタ49、50を通過する。これにより、垂直方向の色差レベル $WhV$ および水平方向の色差レベル $WhH$ が算出される。そして、垂直、水平方向の色差レベル $WhV$ 、レベル $WhH$ は、減算器51にその2入力A、Bとして供給されるとともに、最小値算出回路52にも供給される。

【0027】減算器51は、一方の入力Aから他方の入力Bを減算することで、垂直方向の色差レベル $WhV$ (A)と水平方向の色差レベル $WhH$ (B)とを比較する。この比較結果から、垂直方向の相関が強い、水平方向の相関が強いを判定することができる。すなわち、 $WhH > WhV$ のときは垂直方向の相関が強い、即ち縦縞であると判定し、 $WhV > WhH$ のときは垂直方向の相関が強い、即ち縦縞であると判定する。そして、減算器51の減算出力(A-B)は、ルックアップテーブル53を通して、垂直方向/水平方向の相関の度合いに応じた補間係数 $WhVGain/WhHGain$ として出力される。なお、垂直方向の補間係数 $WhVGain$ と水平方向の補間係数 $WhHGain$ とは相補的な関係にあり、 $WhVGain + WhHGain$ は常に一定である。

【0028】また、最小値算出回路52は、垂直方向の色差レベル $WhV$ および水平方向の色差レベル $WhH$ のうち、小さい方の数値を減算器54にその一方の入力Aとして供給する。減算器54の他方の入力Bとしては、輝度 $Y0$ に乗算器55で所定の補正係数 $\delta$ を掛け、さらに減算器56で所定のオフセット値 $\epsilon$ を減算して得られる参照値が供給される。減算器54は、色差レベル $WhV$ 、 $WhH$ の小さい方の数値Aと参照値Bとを比較し(A-B)、その比較結果が負、即ち数値Aが参照値Bよりも小さければ無彩色(白)と判定する。そして、減算器54の減算出力(A-B)は、ルックアップテーブル57を通して、無彩色レベルに応じた補間係数 $WhGain$ として出力される。

【0029】図9は、VH相関検出部17および斜め相関検出部18の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

【0030】VH相関検出部17は、補間画素の右側の画素の画素情報に基づいて相関の程度を示す相関値を算出する右側相関値算出回路61と、補間画素の左側の画素の画素情報に基づいて相関値を算出する左側相関値算出回路62と、補間画素の上側の画素の画素情報に基づいて相関値を算出する上側相関値算出回路63と、補間画素の下側の画素の画素情報に基づいて相関値を算出する下側相関値算出回路64と、これら相関値算出回路61~64で算出した各相関値を補間ゲインに変換して出力する相関値→補間ゲイン変換回路65とから構成されている。

【0031】上記構成のVH相関検出部17において、相関値→補間ゲイン変換回路65からは、水平垂直補間

10

20

30

40

50

用ゲインRGain, LGain, TGain, BGainおよび水平垂直RB補間用ゲインRGainD, LGainD, TGainD, BGainDが補間係数として出力される。

【0032】斜め相関検出部18は、補間画素の右上側の画素の画素情報に基づいて相関値を算出する右上側相関値算出回路66と、補間画素の左上側の画素の画素情報に基づいて相関値を算出する左上側相関値算出回路67と、補間画素の左下側の画素の画素情報に基づいて相関値を算出する左下側相関値算出回路68と、補間画素の右下側の画素の画素情報に基づいて相関値を算出する右下側相関値算出回路69と、これら相関値算出回路66～69で算出した各相関値を補間ゲインに変換し、補間係数として斜め補間用ゲインD1Gain～D4Gainを出力する相関値→補間ゲイン変換回路70とから構成されている。

【0033】さらに、水平垂直4方向と斜め4方向は互いに直交していないため、VH・斜め比較回路60において、水平垂直の相関値と斜めの相関値を比較することにより、斜め補間補正用ゲインVHGain, DGainを補間係数として算出するようにしている。 \*

$$G = Gr \times RGain + Gl \times LGain + Gt \times TGain + Gb \times BGain \quad \dots (1)$$

【0037】斜め4方向についても同様に、右上側、左上側、左下側、右下側の各相関用処理回路82, 83, 84, 85において、D1/D2/D3/D4の各方向の補間データが生成され、乗算器86, 87, 88, 89において、図9に示す斜め相関検出部18で決定された斜め補間用ゲインD1Gain, D2Gain, D3Gain, D4Gainがそれぞれ掛けられた後、加算器90～92で足し合わされることによって補間処理が\*

$$G = Gvh \times VHGain + Gd \times DGain \quad \dots (2)$$

【0039】図11は、R, B補間部19, 21の具体的な構成の一例を示すブロック図である。このR, B補間部19, 21の構成については、図10に示すG補間部20の構成と基本的に同じである。したがって、図11中、図10と同等部分には同一符号を付して示してある。ただし、右側、左側、上側、下側の各相関用処理回路71', 72', 73', 74'における補間データの生成法については、Gの場合に比べて複雑である。その理由として2つあり、RB補間用相関検出を行うことと、G/2成分をRBに加えるためである。

【0040】そのため、RG補間用相関検出は、水平（右、左）の補間データ用と垂直方向（上、下）の補間データ用では別々に行う。具体的には、R画素およびB画素の信号からR信号/B信号を補間する際に、先述した水平垂直RG補間用ゲインRGainD, LGainD, TGainD, BGainDを、R/B専用の補間係数として算出して用いる。これについては、本発明の要旨ではないので、ここではその詳細な説明は省略す

\*【0034】続いて、補間部15におけるR/G/Bの各補間部およびfs補正処理部22の各構成例について説明する。

【0035】図10は、G補間部20の具体的な構成の一例を示すブロック図である。図10において、色分離後のGのデータは水平垂直4方向、即ち右側、左側、上側、下側の各相関用処理回路71, 72, 73, 74にそれぞれ供給され、これら相関用処理回路71, 72, 73, 74において4方向の補間データGr, Gl, Gt, Gbが生成される。これら補間データGr, Gl, Gt, Gbは、補間する方向にLPFを通すことで生成される。

【0036】補間データGr, Gl, Gt, Gbは各々、乗算器75, 76, 77, 78において、図9に示すVH相関検出部17で決定された補間係数、即ち水平垂直補間用ゲインRGain, LGain, TGain, BGainがそれぞれ掛けられる。そして、加算器79～81で加算されることにより、Gの補間処理が行われる。補間処理後のGの画像データは、(1)式で表される。

\*行われる。

【0038】また、水平垂直4方向相関検出/補間によるGの画像データGvhと、斜め4方向相関検出/補間によるGの画像データGdを、状況に合わせて(2)式に示すように混合比を変化させて加算する。混合比の調整は、図9に示すVH・斜め比較回路60で算出される斜め補間補正用ゲインVHGain, DGainによって行われる。

る。

【0041】図12は、fs/2補正処理部22の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

【0042】図12において、RGB信号は、無彩色用処理回路101および有彩色用処理回路102に供給される。無彩色用処理回路101は、入力画像に対して水平方向の補間処理を行う水平補間回路103と、入力画像に対して垂直方向の補間処理を行う垂直補間回路104と、これら補間回路103, 104の各出力に対してfs/2検出部16から与えられる補間係数WhHGain, WhVGainを掛ける乗算器105, 106と、これら乗算器105, 106の各乗算出力を加算する加算器107とを有する構成となっている。

【0043】この無彩色用処理回路101を経た信号は、乗算器108でfs/2検出部16から与えられる補間係数WhGainが掛けられた後、加算器109の一方の入力となる。加算器109の他方の入力として、有彩色用処理回路102を経た信号に、乗算器11

0で $f_s/2$ 検出部16から与えられる補間係数 $WhGain$ から算出される補間係数 $WhGain'$ を掛けたものが与えられる。補間係数 $WhGain'$ は、例えば、定数より補間係数 $WhGain$ を引くことにより算出される。なお、有彩色用処理回路102は、図13の特性図に示すように、入力画像の空間サンプリング周波数 $f_s$ の $1/2$ の周波数成分のレスポンスが0であるフィルタ特性を持つ $f_s/2$ トラップ回路によって構成されている。

【0044】加算器109の加算出力は、乗算器111で $f_s/2$ 検出部16から与えられる補間係数 $G2Gain$ が掛けられた後、加算器112の一方の入力となる。また、 $R/G/B$ の各補間部19、20、21から供給される各補間出力 $RIP/GIP/BIP$ は、乗算器113で $f_s/2$ 検出部16から与えられる補間係数 $G2Gain$ から算出される補間係数 $G2Gain'$ が掛けられた後、加算器112の他方の入力となる。なお、補間係数 $G2Gain'$ は、例えば、定数より補間係数 $G2Gain$ を引くことにより算出される。図14は、 $f_s/2$ 補正処理部22における補正処理の概念図である。この概念図から明らかなように、補正処理は $R/G/B$ の各信号ごとに行われる。

【0045】上記構成の画像処理装置において、 $f_s/2$ 検出部16ではまず、図5に示す $f_s/2$ 検出系27によって $f_s/2$ の周波数成分の存在の有無が検出される。すなわち、色分離後の $G$ 信号を $f_s/2$ 通過フィルタ23および $f_s/4$ 通過フィルタ24に通し、 $f_s/2$ 検出回路25において、それらの差分から輝度 $Y0$ のレベルに所定の補正係数 $\alpha$ を掛けたものを減算し、その減算結果が正ならば、 $f_s/2$ の周波数成分が存在するものとする。

【0046】また、無彩色検出系28では、被写体が例えば $5 \times 5$ 画素の領域で無彩色であるか否かの検出が行われる。すなわち、図8(B)から明らかなように、垂直方向、水平方向それぞれに対してバンドパスフィルタ45、46を通した後、絶対値化回路47、48で絶対値をとり、それをバンドパスフィルタ45、46とは直交した方向にローパスフィルタ49、50を通した値のうち、小さい方の数値( $WhV/WhH$ )が、輝度 $Y0$ に所定の補正係数 $\delta$ を掛けた値よりも小さければ、無彩色(白)と判定する。

【0047】そして、 $f_s/2$ 補正処理部22においては、 $f_s/2$ 検出部16の $f_s/2$ 検出系27から与えられる補間係数 $G2Gain$ 、 $G2Gain'$ 、並びに無彩色検出系28から与えられる補間係数 $WhHGain$ 、 $WhVGain$ および補間係数 $WhGain$ 、 $WhGain'$ に基づいて、 $f_s/2$ の周波数成分の存在を検出しないとき、また検出した場合であって無彩色のとき又は有彩色のときにそれぞれ最適な補正処理が実行される。これら各補正処理について、以下に説明する。

【0048】まず、 $f_s/2$ の周波数成分の存在を検出しない場合には、 $f_s/2$ 付近の相関検出の誤検出の問題は生じないことから、通常の $R/G/B$ 補間処理が行われる。すなわち、 $f_s/2$ の検出成分が少ないことから、 $f_s$ 検出部16の $f_s/2$ 検出系27から与えられる補間係数 $G2Gain$ が小さく、かつ補間係数 $G2Gain'$ が大きいことから、加算器112での混合の比率は、 $R/G/B$ の各補間部19、20、21から供給される各補間出力 $RIP/GIP/BIP$ 側が大となり、補間出力 $RIP/GIP/BIP$ が主として出力される。

【0049】次に、 $f_s/2$ の周波数成分の存在を検出した場合には、無彩色検出系28の判定結果に基づいて補正処理を行う。まず、無彩色でない、つまり有彩色であると判定された場合には、無彩色検出系28から与えられる補間係数 $WhGain$ が小さく、かつ補間係数 $WhGain'$ が大きいことから、加算器109での混合の比率は、有彩色用処理回路102側が大となり、有彩色用処理回路102で $f_s/2$ の周波数成分が除去された $R/G/B$ の各信号が主として出力される。このとき、加算器112での混合の比率は、 $f_s/2$ の周波数成分の検出時であるから、有彩色用処理回路102側が大となっている。

【0050】一方、 $f_s/2$ の周波数成分の存在を検出した場合において、無彩色であると判定された場合には、 $f_s/2$ の領域であっても、水平相関が強いのか、垂直相関が強いのかを判定できるため、図12に示す無彩色処理回路101において、無彩色検出で算出された数値、即ち無彩色検出系28から与えられる補間係数 $WhHGain$ 、 $WhVGain$ を用いて水平補間回路103を経た信号と垂直補間回路104を経た信号との混合比を変えることによって、水平補間または垂直補間を行う。この場合、無彩色が前提であるため、図14の概念図から明らかなように、 $RB$ は $G$ で代用する。

【0051】上述したように、 $f_s/2$ の周波数成分の存在を検出した場合において、有彩色と判定した場合には、 $R/G/B$ の各補間部19、20、21で補間処理された補間出力 $RIP/GIP/BIP$ を使用せずに、 $f_s/2$ の周波数成分が除去された $R/G/B$ の信号を使用するようにしたことで、相関検出による信号処理を行う際に、 $f_s/2$ の空間周波数があっても、 $f_s/2$ 付近の相関検出の誤検出を防止できるため、破綻のない画像の再現が可能となる。

【0052】しかも、 $f_s/2$ の周波数成分を検出した場合において、無彩色と判定した場合には、 $f_s/2$ の周波数成分が除去された $R/G/B$ の信号を使用せずに、無彩色検出で算出した数値を持って水平補間または垂直補間を行うようにしたことで、無彩色を撮像した場合における解像度を $f_s/2$ 相当まで上げることが可能となる。一例として、VGA (Video Graphics Array)

(640×480)画素の場合において、無彩色の被写体では解像度が $f_s/2$ 相当である480本まで改善できることになる。

【0053】図15は、本発明に係るカメラの一例を示す概略構成図である。図15において、被写体からの入射光は、レンズ121等を含む光学系によってCCDエリアセンサ122の受光面(撮像面)上に結像される。CCDエリアセンサ122の受光面上には、色配列が例えば原色ベイア配列のカラーフィルタ123が設けられている。CCDエリアセンサ122は、CCD駆動回路124によって露光、信号電荷の読み出しおよび転送などの駆動制御が行われる。

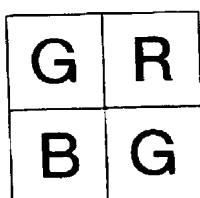
【0054】CCDエリアセンサ122の出力信号は画像処理装置125に供給され、種々の信号処理が行われる。この画像処理装置125として、水平垂直および斜めの8方向の相関を検出し、その検出結果に基づいて適応型補間処理を行うとともに、 $f_s/2$ の周波数成分の検出時において、無彩色の場合と有彩色の場合で補間処理を変える構成の上記実施形態に係る画像処理装置が用いられる。

【0055】このように、例えば原色ベイア配列のカラーフィルタ123を持つCCDエリアセンサ122を撮像デバイスとして用いたカメラにおいて、相関検出による信号処理を行う際に、 $f_s/2$ の空間周波数成分が存在しても、 $f_s/2$ 付近の相関検出の誤検出を防止でき、破綻のない画像の再現が可能になるとともに、光学LPFを用いて $f_s/2$ 付近のレスポンスを0とする必要がなくなり、レスポンスが0となる空間周波数を高くすることが可能となるため、再現画像の解像度/解像感を向上できる。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、カラーフィルタを受光面上に有する固体撮像素子の出力信号を処理する際に、 $f_s/2$ の周波数成分の存在を検出し、その周波数成分の存在を検出した場合において、有彩色と判定したときには、 $f_s/2$ の周波数成分が除去されたR/G/Bの各信号を使用するようにしたことにより、 $f_s/2$ 付近の相関検出の誤検出を防止できるため、破綻のない画像が再現可能となり、また無彩色と判定したときには、無彩色検出で算出した数値を持って水平補間または垂直補間を行うようにしたことにより、\*

【図2】



\* 無彩色を撮像した場合における解像度を $f_s/2$ 相当まで上げることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による画像処理装置の基本構成を示すブロック図である。

【図2】カラーフィルタの原色ベイア配列図である。

【図3】検出部の構成の一例を示すブロック図である。

【図4】補間部の構成の一例を示すブロック図である。

【図5】 $f_s/2$ 検出部の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

【図6】 $f_s/2$ 検出部における通過フィルタの空間周波数・レスポンスの特性図である。

【図7】輝度Y0の検出の概念図である。

【図8】 $f_s/2$ 検出の概念図であり、(A)は $f_s/2$ 検出系を、(B)は無彩色検出系をそれぞれ示している。

【図9】VH相関検出部および斜め相関検出部の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

【図10】G補間部の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

【図11】R、B補間部の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

【図12】 $f_s/2$ 補正処理部の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

【図13】 $f_s/2$ トラップ回路の特性図である。

【図14】 $f_s/2$ 補正処理の概念図である。

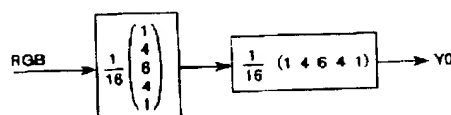
【図15】本発明に係るカメラの一例を示す概略構成図である。

【図16】課題を説明するための図である。

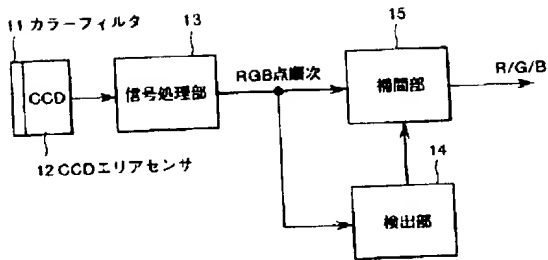
【符号の説明】

11、123…カラーフィルタ、12、122…CCDエリアセンサ、14…検出部、15…補間部、16… $f_s/2$ 検出部、17…VH相関検出部、18…斜め相関検出部、19…R補間部、20…G補間部、21…B補間部、22… $f_s/2$ 補正処理部、23… $f_s/2$ 通過フィルタ、24… $f_s/4$ 通過フィルタ、25… $f_s/2$ 検出回路、26…輝度補正回路、27… $f_s/2$ 検出系、28…無彩色検出系、29…水平色差レベル算出回路、30…垂直色差レベル算出回路、31… $f_s/2$ 相関検出回路、32…無彩色検出回路

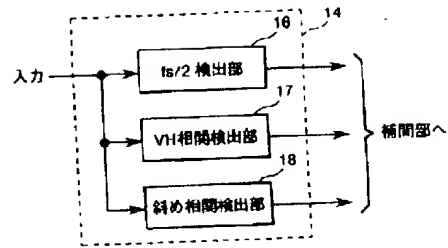
【図7】



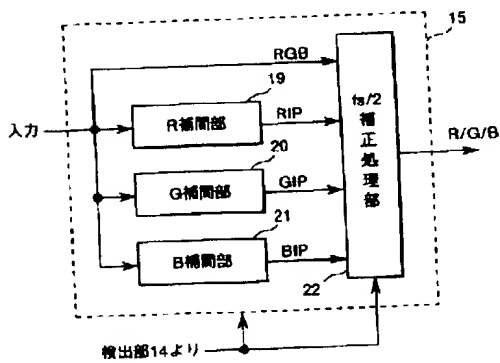
【図1】



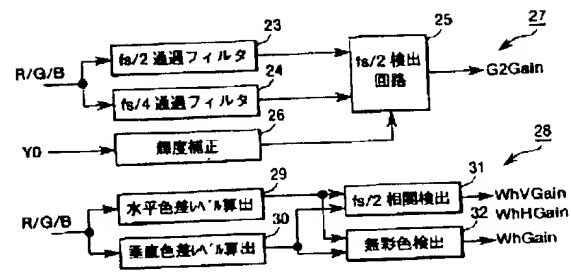
【図3】



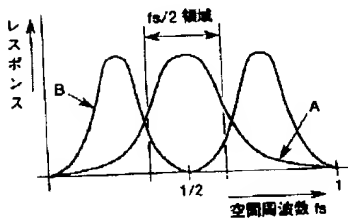
【図4】



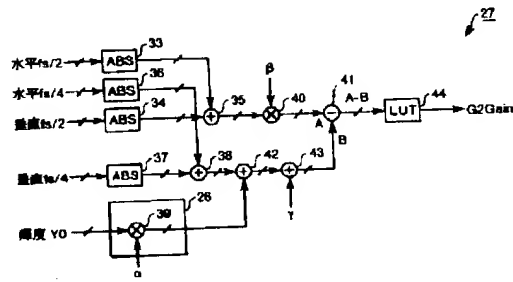
【図5】



【図6】

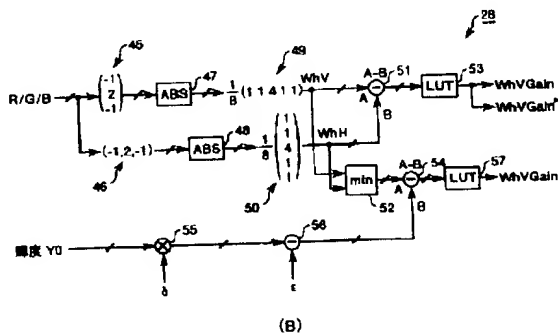
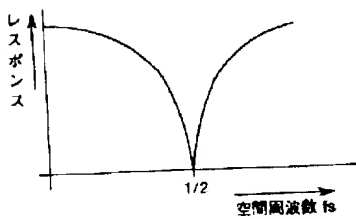


【図8】



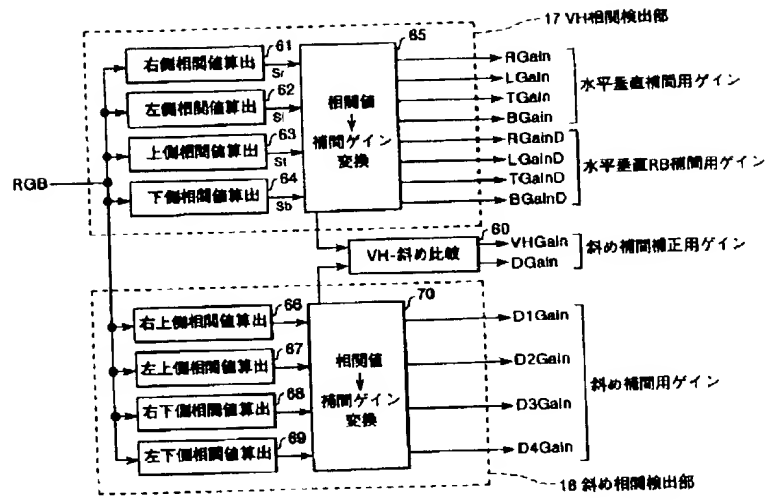
(A)

【図13】

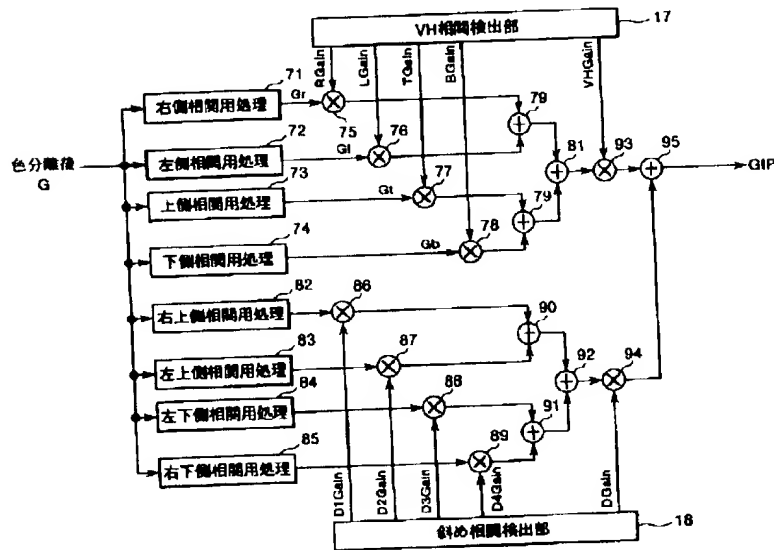


(B)

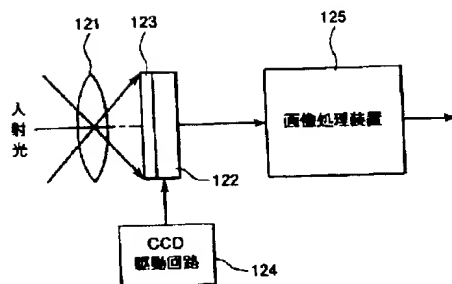
【図9】



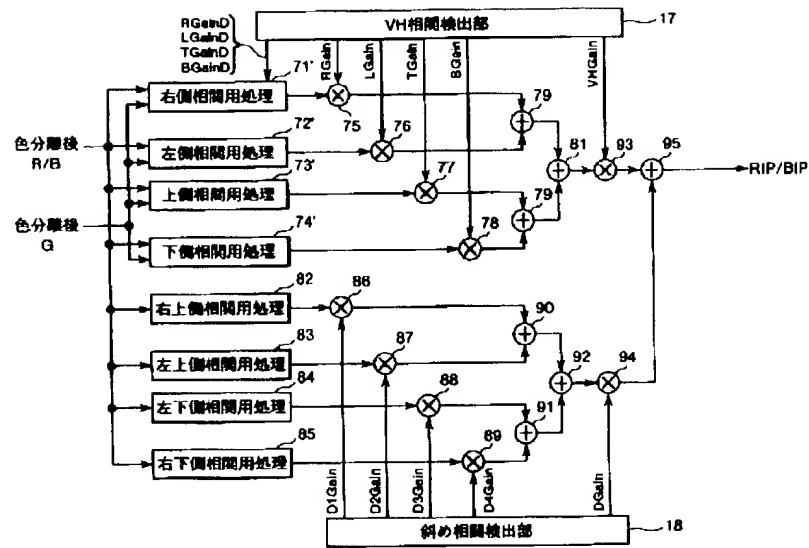
【図10】



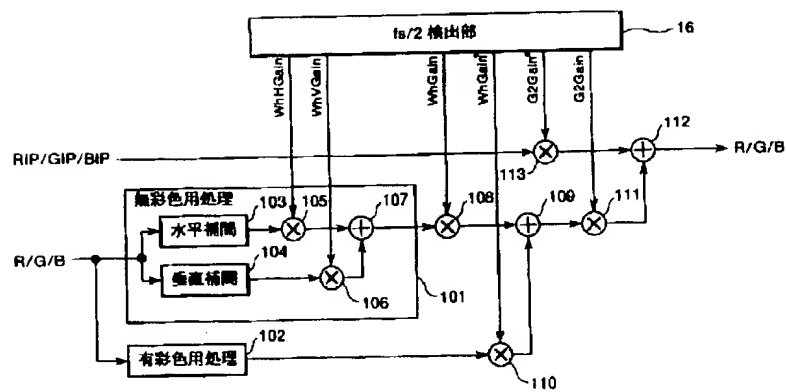
【図15】



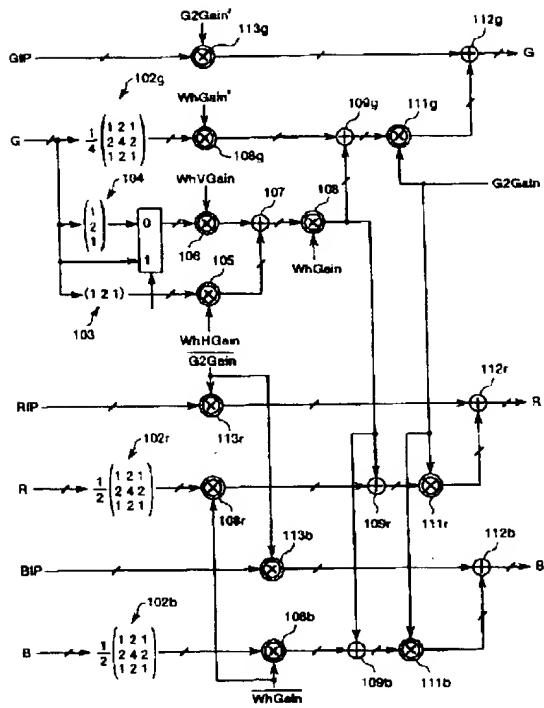
【図11】



【図12】



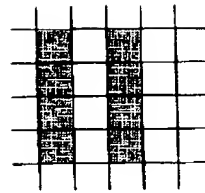
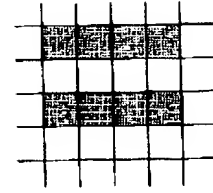
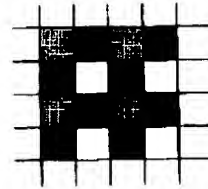
【図14】



【図16】

Gr	R	Gr	R
B	Gb	B	Gb
Gr	R	Gr	R
B	Gb	B	Gb

(a) 原色RGBベイヤ配列

(b) 水平 $f_h/2$ の入力画像(c) 垂直 $f_v/2$ の入力画像

(d) Gの画像にのみ注目した場合